

26.11.2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

BEST AVAILABLE COPY

出願年月日 2004年 3月29日
Date of Application:

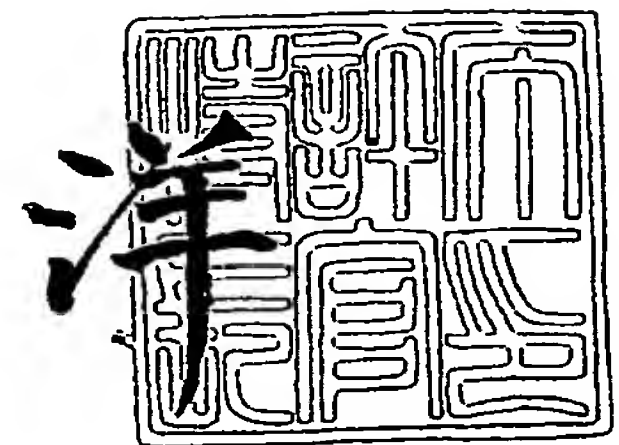
出願番号 特願2004-096815
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2004-096815]

出願人 京セラ株式会社
Applicant(s):

2005年 1月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2004-3123368

【書類名】 特許願
【整理番号】 0000347681
【提出日】 平成16年 3月29日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 31/04
【発明者】
 【住所又は居所】 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野 1 1 6 6 番地の 6 京セラ株式会社
 滋賀八日市工場内
 【氏名】 藤井 修一
【発明者】
 【住所又は居所】 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野 1 1 6 6 番地の 6 京セラ株式会社
 滋賀八日市工場内
 【氏名】 兼子 俊彦
【発明者】
 【住所又は居所】 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野 1 1 6 6 番地の 6 京セラ株式会社
 滋賀八日市工場内
 【氏名】 白澤 勝彦
【特許出願人】
 【識別番号】 000006633
 【住所又は居所】 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
 【氏名又は名称】 京セラ株式会社
 【代表者】 西口 泰夫
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-398197
 【出願日】 平成15年11月27日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 005337
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

複数枚の太陽電池素子の受光面側および／または非受光面側に、出力を外部へ取り出すためのバスバー電極を設け、これらの太陽電池素子の前記バスバー電極同士をインナーリードで接続し、充填材内に封入してなる太陽電池モジュールであって、前記インナーリードと前記バスバー電極とは半田によって接続されるとともに、前記バスバー電極は、その長手方向の端部が前記充填材と直接接触するように構成されてなる太陽電池モジュール。

【請求項 2】

前記バスバー電極は、その長手方向の端部と前記充填材との間に半田レジストが介在するように構成されてなる請求項 1 に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 3】

前記バスバー電極は、その長手方向の中央部の少なくとも一部が半田で被覆されてなる請求項 1 または 2 に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 4】

前記インナーリードの幅は、前記バスバー電極の幅よりも細くしてなる請求項 1 から 3 のいずれかに記載の太陽電池モジュール。

【請求項 5】

前記バスバー電極に対して少なくとも一端部が接続された複数のフィンガー電極をさらに備え、これらのフィンガー電極と前記インナーリードとが半田によって接続されないようにしてなる請求項 1 から 4 のいずれかに記載の太陽電池モジュール。

【請求項 6】

前記フィンガー電極は、少なくとも前記一端部を被覆する被覆体を備えてなる請求項 5 に記載の太陽電池モジュール。

【請求項 7】

前記被覆体は、半田レジストである請求項 6 に記載の太陽電池モジュール。

【書類名】明細書

【発明の名称】太陽電池モジュール

【技術分野】

【0001】

本発明は太陽電池モジュールに関し、特に半導体基板に電極を有する太陽電池素子を、複数枚インナーリードで接続した太陽電池モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

太陽電池素子の一般的な構造を図3および図4に示す。図3(a)は、太陽電池素子Xの断面の構造を示す図である。また、図4は、電極形状の一例を示す図であり、(a)は受光面側(表面)、(b)は非受光面側(裏面)である。

【0003】

このような太陽電池素子Xは次のようにして作製される。

【0004】

まず、厚み0.3~0.4mm程度、大きさ100~150mm角程度の単結晶シリコン或多結晶シリコンなどからなるp型半導体のシリコン基板1を準備する。そして、シリコン基板1にn型拡散層1aを形成し、半導体接合部3とする。このようなn型拡散層1aは、シリコン基板1を拡散炉中に配置して、オキシ塩化リン(POCl_3)中で加熱することによって、シリコン基板1の表面部全体にn型不純物であるリン原子を拡散させて、厚み0.2~0.5 μm 程度のn型拡散層1aとして形成することができる。その後、側面部と底面部の拡散層の部分除去する。

【0005】

太陽電池素子Xの受光面側には、例えば、窒化シリコン膜からなる反射防止膜2が形成される。このような反射防止膜2は、例えばプラズマCVD法などで形成され、パッシベーション膜としての機能をも有する。

【0006】

そして、シリコン基板1の表面に銀ペーストを、裏面にはアルミニウムペーストおよび銀ペーストを塗布して焼成することにより、表面電極5および裏面電極4を同時に形成する。

【0007】

図4(a)に示されるように裏面電極4は裏面から出力を取り出すための裏面バスバー電極4aと裏面集電用電極4bからなる。また、図4(b)に示されるように表面電極5は表面から出力を取り出すための表面バスバー電極5aと、これに直交するように設けられた集電用の表面フィンガー電極5bとから構成される。

【0008】

裏面集電用電極4bは、アルミニウムペーストをスクリーン印刷法で印刷して焼き付けることによって形成され、このときにシリコン基板1中にアルミニウムが拡散して、裏面で発生したキャリアが再結合することを防ぐ裏面電界層が形成される。また、裏面バスバー電極4a、表面バスバー電極5a、表面フィンガー電極5bは銀ペーストをスクリーン印刷法で印刷して焼成する方法によって形成される。なお、表面電極5は、反射防止膜2の電極に相当する部分をエッチング除去して形成される場合と、もしくは反射防止膜2の上から、ファイアスルーという手法によって直接形成される場合とがある。

【0009】

また、これら太陽電池素子Xの電極部には出力を外部に取り出すための配線をしやすくしたり、電極の耐久性を維持するために半田が被覆される場合もあり、この半田の被覆には、ディップ法、噴流式などが採用されている。

【0010】

太陽電池素子一枚では発生する電気出力が小さいため、複数の太陽電池素子を直並列に接続して、実用的な電気出力が取り出せるようにする必要がある。太陽電池モジュールの一例として、図3(b)に、図3(a)の太陽電池素子Xを組み合わせ構成した太陽電

池モジュールYを示す。

【0011】

図3(b)に示すように、複数の太陽電池素子Xは、インナーリード8によって電氣的に接続され、透光性パネル9と裏面保護材11の間にエチレンビニルアセテート共重合体(EVA)などを主成分とする充填材10で気密に封入されて、太陽電池モジュールYを構成している。太陽電池モジュールYの出力は、出力配線12を経て端子ボックス13に接続されている。図3(c)に、図3(b)の太陽電池モジュールYの内部構造の部分拡大図を示す。

【0012】

図3(c)に示すように、太陽電池素子X1の表面バスバー電極5aと、隣接する太陽電池素子X2の裏面バスバー電極4aとをインナーリード8によって接続して、複数の太陽電池素子X同士が電氣的に接続されている。一般的にインナーリードは厚さ0.1~0.3mm程度の銅箔などの全面を半田被覆したものをを用いており、このインナーリード8と太陽電池素子Xのバスバー電極(4a、5a)を半田を介在させて加熱し、部分的もしくは全長にわたり圧着させることにより太陽電池素子Xとインナーリード8とを半田によって接続する。

【特許文献1】特開2003-69055号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

上述のように、半田を用いてインナーリード8と太陽電池素子Xのバスバー電極(4a、5a)とを接続するときには、あらかじめバスバー電極(4a、5a)の表面に半田の被覆を設けておき、インナーリード8の半田の被覆と合わせて互いに加熱溶着する場合、インナーリード8のみに半田の被覆を設けておき、フラックスを用いるなどして電極部に直接、インナーリード8の半田を加熱溶着させる場合などがあるが、これらの従来の太陽電池素子X、または太陽電池モジュールYにおいて、バスバー電極(4a、5a)に沿って割れが発生するという問題があった。

【0014】

この問題に鑑み、発明者が鋭意検討を行ったところ、次のような事実が判明した。

【0015】

図7(a)に、図3(c)のA-A線における断面図を示し、図7(b)には、図7(a)のB部における電極の断面にかかるストレスをシミュレーションした図を示す。なお、断面図は構成をわかりやすくするため、要部の寸法を誇張して描いてあり、実際の寸法比率とは異なる。

【0016】

図7(a)に示すように、出力取り出し端子部分であるバスバー電極(4a、5a)におけるインナーリード8との接続部分において、バスバー電極(4a、5a)は、その端部まで半田6によって覆われている。このとき、図7(b)に表示されているように、表面バスバー電極5aの端部とシリコン基板1表面との境界線付近に最も大きな引張応力が生じ、ストレスが集中しやすい状態となっていることがわかる。

【0017】

このストレスが原因となって、バスバー電極(4a、5a)下部のシリコン基板1にマイクロクラックなどの欠陥が発生し、後工程において、このマイクロクラックを起点に大きなひびや割れに発展するという問題や、出力が充分に取り出せない・出力が低下するといった問題を引き起こすことが判明した。また、特に、太陽電池モジュールは通常、野外に設置されるため日々の温度サイクルによる収縮、膨張が繰り返される。このときのストレスが加重されて、バスバー電極(4a、5a)端部とシリコン基板1の表面との境界線付近にもかかるため、太陽電池素子Xに割れが発生し長期信頼性が低下するという問題が発生する。

【0018】

また、太陽電池モジュールを作る際に、電極に対して半田を被覆したインナーリード8を溶着するが、このときにインナーリード8がずれて、表面バスバー電極5aに接続された表面フィンガー電極5bまで半田が溶着してしまうと半田とインナーリード8を構成する銅との熱膨張の違いや収縮などを原因とするストレスによってマイクロクラックなどがさらにひどく発生するという問題もあった。

【0019】

さらに、近年コスト削減の観点から、シリコン基板1の厚みを薄くして半導体材料の使用量を削減するという試みもなされている。シリコン基板1の厚みが薄くなれば、その分衝撃やストレスに対して弱くなり、このような半田によるストレスがかかると割れやクラックの発生頻度が高くなるという問題もある。

【0020】

なお、特許文献1には、この問題を回避するため、太陽電池素子の裏面、表面および側面に補強材をつけることで太陽電池素子およびモジュールの製造工程における素子の割れを削減できるという方法が開示されている。しかし、この方法によれば、半導体基板の薄型化に伴う半導体基板のエッジ部における割れを抑制することはできるものの、バスバー電極端部と半導体基板表面との境界線付近にかかるストレスは低減することができないため、マイクロクラックなどの欠陥の発生を抑制することはできない。

【0021】

本発明はこのような従来の問題点に鑑みてなされたものであり、太陽電池素子のバスバー電極の端部と半導体基板の境界付近にかかるストレスを低減し、このストレスに起因するマイクロクラックなどの欠陥の発生を抑制した太陽電池モジュールを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0022】

上記目的を達成するために、本発明の請求項1にかかる太陽電池モジュールは、複数枚の太陽電池素子の受光面側および／または非受光面側に、出力を外部へ取り出すためのバスバー電極を設け、これらの太陽電池素子の前記バスバー電極同士をインナーリードで接続し、充填材内に封入してなる太陽電池モジュールであって、前記インナーリードと前記バスバー電極とは半田によって接続されるとともに、前記バスバー電極は、その長手方向の端部が前記充填材と直接接触するように構成されてなる。

【0023】

このようにしたので、バスバー電極の端部が剛性の高い半田によって被覆される代わりに、充填材によって覆われるので、ストレスが緩和されやすい。そのため、太陽電池素子の基板表面とバスバー電極の端部の境界線付近にかかる引張応力を低減することができるから、バスバー電極下部の基板にマイクロクラックなどの欠陥の発生を抑制することができるように、後工程におけるひびや割れを抑制することができるようになる。

【0024】

本発明の請求項2にかかる太陽電池モジュールは、請求項1に記載の太陽電池モジュールにおいて、前記バスバー電極は、その長手方向の端部と前記充填材との間に半田レジストが介在するように構成されてなる。

【0025】

このようにしたので、バスバー電極の端部が剛性の高い半田によって被覆される代わりに、半田レジストを介して充填材によって覆われるので、ストレスが緩和されやすい。そのため、太陽電池素子の基板表面とバスバー電極の端部の境界線付近にかかる引張応力を低減することができるから、バスバー電極下部の基板にマイクロクラックなどの欠陥の発生を抑制することができるように、後工程におけるひびや割れを抑制することができるように、さらに、インナーリードをバスバー電極に熱溶着するときに、バスバー電極の端部がこの半田レジストによって覆われているので、半田がバスバー電極の端部に流れ込んで、この端部を覆う恐れがない。

【0026】

本発明の請求項 3 にかかる太陽電池モジュールは、請求項 1 または 2 に記載の太陽電池モジュールにおいて、前記バスバー電極は、その長手方向の中央部の少なくとも一部が半田で被覆されてなるようにしたので、特に電極の中央部に必ず半田が存在してインナーリードと接続されることとなり、接続の信頼性が高まる。

【0027】

本発明の請求項 4 にかかる太陽電池モジュールは、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の太陽電池モジュールにおいて、前記インナーリードの幅は、前記バスバー電極の幅よりも細くしてなる。このようにしたので、インナーリードをバスバー電極に熱溶着した際に、バスバー電極の端部にインナーリードの半田が流れ込みにくい。したがって、バスバー電極の端部と基板表面との境界線付近におけるストレスの集中を抑制でき、バスバー電極下部の基板にマイクロクラックなどの欠陥の発生を抑制することができる。

【0028】

本発明の請求項 5 にかかる太陽電池モジュールは、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の太陽電池モジュールにおいて、前記バスバー電極に対して少なくとも一端部が接続された複数のフィンガー電極をさらに備え、これらのフィンガー電極と前記インナーリードとが半田によって接続されないようにしてなる。このようにインナーリードとフィンガー電極とが半田によって接続されていない状態となっているので、フィンガー電極部と基板表面との間におけるストレスの集中を抑制でき、マイクロクラックなどの欠陥の発生を抑制することができる。

【0029】

本発明の請求項 6 にかかる太陽電池モジュールは、請求項 5 に記載の太陽電池モジュールにおいて、前記フィンガー電極は、少なくとも前記一端部を被覆する被覆体を備えてなる。このようにしたので、インナーリードをバスバー電極に熱溶着した際に、インナーリードの接続位置がずれても、被覆体によってフィンガー電極の一端部がカバーされているので、フィンガー電極とインナーリードとが半田によって接続されることを防止できる。したがって、フィンガー電極部と基板表面との間におけるストレスの集中を抑制でき、マイクロクラックなどの欠陥の発生を抑制することができる。

【0030】

本発明の請求項 7 にかかる太陽電池モジュールは、請求項 6 に記載の太陽電池モジュールにおいて、前記被覆体は半田レジストとしたので、フィンガー電極が半田レジストを介して充填材によって覆われた構成となる。その結果、ストレスが緩和されやすく、さらに極めて容易に被覆体を形成することができる。

【発明の効果】

【0031】

本発明によれば、バスバー電極の端部と半導体基板表面との境界線付近にかかる引張応力を低減することができ、ストレスの集中を抑制できるため、バスバー電極下部の半導体基板にマイクロクラックなどの損傷の発生を抑制することができる。よって、後工程におけるひびや割れも低減し、バスバー電極端部と半導体基板表面との境界線付近の引張応力が緩和されているため、日々の温度サイクルストレスによる電極付近における割れを抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下、本発明の太陽電池モジュールを添付図面に基づき詳細に説明する。図 3 (a) は、本発明の太陽電池モジュールにかかる太陽電池素子 X の断面の構造を示す図である。また、図 4 は、電極形状の一例を示す図であり、(a) は受光面側（表面）、(b) は非受光面側（裏面）である。

【0033】

図 3 (a) において、1 は半導体基板である p 型のシリコン基板、1 a は n 型拡散層、2 は反射防止膜、3 は半導体接合部、4 a は裏面バスバー電極、4 b は裏面集電用電極、5 a は表面バスバー電極を示す。

【0034】

ここで、太陽電池素子Xの製造工程を説明する。まず、単結晶シリコンや多結晶シリコンなどからなるp型半導体のシリコン基板1を準備する。このシリコン基板1は、ボロン(B)などの一導電型半導体不純物を $1 \times 10^{16} \sim 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 程度含有し、比抵抗 $1.0 \sim 2.0 \Omega \cdot \text{cm}$ 程度の基板である。単結晶シリコン基板の場合は引き上げ法などによって形成され、多結晶シリコン基板の場合は鋳造法などによって形成される。多結晶シリコン基板は、大量生産が可能であり、製造コスト面で単結晶シリコン基板よりも有利である。引き上げ法や鋳造法によって形成されたインゴットを $300 \mu\text{m}$ 程度の厚みにスライスして、 $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ または $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ 程度の大きさに切断してシリコン基板1とする。

【0035】

その後、基板の切断面を清浄化するために表面をフッ酸やフッ硝酸などごく微量エッチングする。

【0036】

次に、シリコン基板1を拡散炉中に配置して、オキシ塩化リン(POCl_3)などの不純物元素を含むガス中で熱処理することによって、シリコン基板1の表面部分にリン原子を拡散させてシート抵抗が $30 \sim 300 \Omega/\square$ 程度のn型拡散層1aを形成し、半導体接合部3を形成する。

【0037】

そして、シリコン基板1の表面側のみにn型拡散層1aを残して他の部分を除去した後、純水で洗浄する。このシリコン基板1の表面側以外のn型拡散層1aの除去は、シリコン基板1の表面側にレジスト膜を塗布し、フッ酸と硝酸の混合液を用いてエッチング除去した後、レジスト膜を除去することにより行う。

【0038】

さらに、シリコン基板1の表面側に反射防止膜2を形成する。この反射防止膜2は例えば窒化シリコン膜などから成り、例えばシラン(SiH_4)とアンモニア(NH_3)との混合ガスをグロー放電分解でプラズマ化させて堆積させるプラズマCVD法などで形成される。この反射防止膜2は、シリコン基板1との屈折率差などを考慮して、屈折率が $1.8 \sim 2.3$ 程度になるように形成され、厚み $500 \sim 1000 \text{ \AA}$ 程度の厚みに形成される。この窒化シリコン膜は、形成の際に、パッシベーション効果があり、反射防止の機能と併せて、太陽電池の電気特性を向上させる効果がある。

【0039】

そして、シリコン基板1の表面に銀ペーストを、裏面にはアルミニウムペーストおよび銀ペーストを塗布して焼成することにより、表面電極5および裏面電極4を同時に形成する。

【0040】

図4(a)に示されるように裏面電極4は裏面から出力を取り出すための裏面バスバー電極4aと裏面集電用電極4bからなる。また、図4(b)に示されるように表面電極5は表面から出力を取り出すための表面バスバー電極5aと、これに直交するように設けられた集電用の表面フィンガー電極5bとから構成される。

【0041】

裏面集電用電極4bはアルミニウム粉末と有機ビヒクルとガラスフリットをアルミニウム100重量部に対してそれぞれ10~30重量部、0.1~5重量部を添加してペースト状にしたアルミニウムペーストを、例えばスクリーン印刷法で印刷し、乾燥後に同時に $600 \sim 800^\circ\text{C}$ で1~30分程度焼成することにより焼き付けられる。このときにシリコン基板1中にアルミニウムが拡散して、裏面で発生したキャリアが再結合することを防ぐ裏面電界層が形成される。

【0042】

また、裏面バスバー電極4a、表面バスバー電極5a、表面フィンガー電極5bは、銀粉末と有機ビヒクルとガラスフリットを銀100重量部に対してそれぞれ10~30重量

部、0.1～5重量部を添加してペースト状にした銀ペーストを、例えばスクリーン印刷法で印刷、乾燥後に同時に600～800℃で1～30分程度焼成することにより焼き付けられる。なお、表面電極5は、反射防止膜2の電極に相当する部分をエッチング除去して形成してもよいし、もしくは反射防止膜2の上から、ファイアスルーという手法によって直接形成してもよい。

【0043】

出力取りだし用の裏面バスバー電極4aを形成した後、裏面集電用電極4bを裏面バスバー電極4aの一部を覆わないように形成する。なお、この裏面バスバー電極4aと裏面集電用電極4bを形成する順番はこの逆でもよい。また、裏面電極4においては上記構造をとらず、表面電極5と同様の銀を主成分とするバスバー電極とフィンガー電極で構成された構造としてもよい。

【0044】

太陽電池素子一枚では発生する電気出力が小さいため、複数の太陽電池素子を直並列に接続して、実用的な電気出力が取り出せるようにする必要がある。太陽電池モジュールの一例として、図3(b)に、図3(a)の太陽電池素子Xを組み合わせて構成した太陽電池モジュールYを示す。

【0045】

図3(b)に示すように、複数の太陽電池素子Xは、インナーリード8によって電氣的に接続され、透光性パネル9と裏面保護材11の間にエチレンビニルアセテート共重合体(EVA)などを主成分とする充填材10で気密に封入されて、太陽電池モジュールYを構成している。太陽電池モジュールYの出力は、出力配線12を経て端子ボックス13に接続されている。図3(c)に、図3(b)の太陽電池モジュールYの内部構造の部分拡大図を示す。

【0046】

図3(c)に示すように、太陽電池素子X1の表面バスバー電極5aと、隣接する太陽電池素子X2の裏面バスバー電極4aとをインナーリード8によって接続して、複数の太陽電池素子X同士が電氣的に接続されている。インナーリード8を裏面バスバー電極4aと表面バスバー電極5aの全長もしくは複数箇所をホットエアーなどの熱溶着により接続して、太陽電池素子X同士を接続配線されている。インナーリード8としては、例えば、その表面全体に20～70μm程度の半田を被覆した厚さ100～300μm程度の銅箔を所定の長さに切断したものを用いる。

【0047】

本発明においては、あらかじめ太陽電池素子Xのバスバー電極(4a、5a)の表面には半田を被覆しておかず、インナーリード8に被覆されている半田を溶融させることにより、太陽電池素子Xとインナーリード8を接続することが望ましい。

【0048】

図1に、図3(c)のA-A線における断面図を示す。なお、断面図は構成をわかりやすくするため、要部の寸法を誇張して描いてあり、実際の寸法比率とは異なる。

【0049】

この断面図に示すように、本発明においては、裏面バスバー電極4aおよび/または表面バスバー電極5aの長手方向の端部が充填材10と接する構造になっている。従来は、バスバー電極(4a、5a)の端部が剛性の高い半田6によって被覆されていたが、その代わりに、充填材10によって覆われるので、ストレスが緩和されやすい。したがって、バスバー電極(4a、5a)の端部とシリコン基板1表面との境界線付近にかかる引張応力を低減することができ、ストレスの集中を抑制できるため、バスバー電極(4a、5a)下部のシリコン基板1にマイクロクラックなどの欠陥の発生を抑制することができ、後工程におけるひびや割れを抑制することができるようになる。

【0050】

また屋外に設置した場合の日々の温度サイクルによるストレスが電極付近に集中することがないため、長期間使用してもバスバー電極(4a、5a)の長手方向近傍での割れが

発生することはない。

【0051】

本発明において、充填材と直接接触するバスバー電極（4 a、5 a）の長手方向の端部領域には、電極のエッジ部から50 μ m内側の箇所が含まれるようにすることが望ましい。なお、印刷焼成法を用いて形成した電極などのように、電極のエッジ部が薄くなり基板と電極との境界を明確に判定することが難しい場合がある。このような場合は、最表面の主成分が電極を形成する材料の主成分となる箇所をエッジ部と見なして上述の範囲とすればよい。また、この端部の上限値については、バスバー電極のサイズなどによって異なり、一義的に定められるものではないが、バスバー電極とインナーリードとの接続強度が十分得られるように設定すればよい。例えば、後述する実施例に示すバスバー電極（幅2 mm程度）の場合、この幅の1/4（幅2 mmの場合、500 μ m）を上限の目安とすればよい。

【0052】

なお、バスバー電極（4 a、5 a）は、その長手方向の中央部の少なくとも一部が半田6で被覆されるようにすることが望ましい。例えば、あらかじめ半田でバスバー電極（4 a、5 a）の中央部を被覆しておいてもよいし、インナーリード8で接続するときに、電極との中央部を溶着するようにしてもよい。このようにすれば、特にバスバー電極（4 a、5 a）の中央部に必ず半田6が存在してインナーリード8と接続されることとなり、接続の信頼性が高まる。

【0053】

次に、図2に本発明にかかる他の実施形態を示す。図2も図1と同様に図3（c）のA-A線における断面図を示す。この実施形態では、裏面バスバー電極4 aおよび/または表面バスバー電極5 aの長手方向の端部は半田レジスト7を間に介した状態で充填材10と接触するような構成となっている。なお、半田レジスト7としては、例えば、有機硬化樹脂が用いられ、有機硬化樹脂には紫外線硬化型、熱硬化型のものがある。このように半田レジスト7を介して充填材10と接触しているので、上述のように、バスバー電極（4 a、5 a）の端部が剛性の高い半田6によって被覆される代わりに、半田レジスト7と充填材10によって覆われるので、境界線付近におけるストレスの集中を緩和して抑制でき、バスバー電極（4 a、5 a）下部のシリコン基板1にマイクロクラックなどの損傷の発生を抑制することができる。

このような半田レジスト7をあらかじめ設けておき、その後、半田被覆されたインナーリード8をバスバー電極（4 a、5 a）に熱溶着することによって、インナーリード8側から半田6が流れ込んでもバスバー電極（4 a、5 a）の端部を覆うことがない。

【0054】

また、インナーリード8の幅を、裏面バスバー電極4 aおよび/または表面バスバー電極5 aの幅よりも細くしておけば、インナーリード8をバスバー電極（4 a、5 a）に熱溶着した際に、バスバー電極（4 a、5 a）の端部をインナーリード8の半田によって覆われにくくすることができる。

【0055】

なお、通常は太陽電池素子の電極部には出力を外部に取り出したり、電極の耐久性を維持したりするために、あらかじめディップ法、噴流式などによって半田を被覆する場合が多いが、本発明の太陽電池モジュールにかかる太陽電池素子Xの電極部に半田を被覆しなくても構わない。また、半田を被覆する場合でも、図1に示すように、太陽電池素子Xの裏面バスバー電極4 aおよび/または表面バスバー電極5 aの各々の端部が、半田6によって覆われないようにすることが必要である。そのために、例えば、図2に示すように、太陽電池素子Xの裏面バスバー電極4 aおよび/または表面バスバー電極5 aの各々の端部をあらかじめ半田レジスト7を塗布・硬化させた状態で、半田を被覆すれば、バスバー電極（4 a、5 a）の端部を半田6が覆わない構造とすることができるので、望ましい。

【0056】

また、裏面バスバー電極4 aおよび/または表面バスバー電極5 aの中央部にはフラッ

クスを塗布し、端部にはフラックスを塗布しないことによって、バスバー電極（4a、5a）の中央部には半田6が被覆され、端部には半田6が被覆されない本発明の構造にすることもできる。

【0057】

次に本発明の太陽電池モジュールにつき、好ましい態様について説明する。

【0058】

本発明の太陽電池モジュールは、図4（b）において説明したように表面バスバー電極5aに対して少なくとも一端部が接続された複数の表面フィンガー電極5bを有しているが、これらの表面フィンガー電極5bとインナーリード8とが半田によって接続されないようにすることが望ましい。

【0059】

図5は、太陽電池素子の表面側にインナーリード8を接続した場合の図4（b）のD-D方向から見た部分断面図であり、表面フィンガー電極5bを長手方向に縦断した表面側の断面構造を示し、インナーリード8が図の正面から見て左にずれた状態をなっている。

【0060】

図5（a）に示すように、インナーリード8と太陽電池素子の電極とを電氣的に接続している半田6は、インナーリード8と表面バスバー電極5aとの間に存在し、インナーリード8と表面フィンガー電極5bとは半田で接続されていない。インナーリード8を半田によって接続する装置（タブ付け装置）の位置決め精度によっては、このようにインナーリード8が表面フィンガー電極5bの上にはみ出すことがしばしば発生する可能性があるが、ここで説明したように、インナーリード8と表面フィンガー電極5bとが相互に半田で接続されていない状態となっていれば、表面フィンガー電極5bと基板1の表面との間におけるストレスの集中を抑制でき、マイクロクラックなどの欠陥の発生を抑制することができる。

【0061】

なお、インナーリード8は半田によって被覆されていたり、表面フィンガー電極5bに半田が付着したりしていても、相互に半田で接続されていなければ本発明の効果を奏する。具体的には、この領域Eにおいて、インナーリード8と表面フィンガー電極5bとが単に接触したり（半田による接続を伴わず）、各部材の形状と配置状態によって定まる所定距離をおいて離間したりした状態となっている。なお、太陽電池モジュールの形成時に充填材10によって気密に封入する工程で、流れ込んだEVAなどの充填材10を介して離間していても構わない。

【0062】

このようにインナーリード8と表面フィンガー電極5bとが相互に半田で接続されないような状態とするためには、例えば、複数の太陽電池素子同士をインナーリード8によって半田を溶かして熱溶着する際に、あらかじめ接続したい表面バスバー電極5aにフラックスを塗布し、表面フィンガー電極5bにはフラックスを塗布しないようにしておけばよい。フラックスが塗布された箇所は、加熱によって表面が活性化し、酸化膜が除去されて半田との濡れ性が向上するが、表面フィンガー電極5bを構成する銀において、フラックスがないと表面酸化膜を除去できず、半田との濡れ性が悪い。したがって、表面フィンガー電極5bの箇所にフラックスを塗布しないようにしておけば、上述のインナーリード8と表面フィンガー電極5bとが相互に半田で接続されていない本発明の構成を容易に得ることができる。特に、電極表面に半田を被覆していないいわゆる半田レス型の太陽電池素子同士の接続で明確な効果を奏する。

【0063】

また、図5（b）に示すように、表面フィンガー電極5bが表面バスバー電極5aに接続した一端部を被覆する被覆体14を設けて、インナーリード8と表面フィンガー電極5bとが相互に半田で接続されない本発明の構成を得るようにしてもよい。

【0064】

図6に図4（b）のC部の部分拡大図を示す。図6（a）に示すように、表面フィンガ

ー電極 5 b が表面バスバー電極 5 a に接続した一端部を被覆体 1 4 によって覆うようにすればよいし、図 6 (b) に示すように、被覆体 1 4' は表面バスバー電極 5 a の長手方向の端部と表面フィンガー電極 5 b が表面バスバー電極 5 a に接続した一端部とを同時に覆うようにしてもよい。

【0065】

このような被覆体 1 4 を設けることによって、インナーリード 8 を表面バスバー電極 5 a に熱溶着した際に、図に示すようにインナーリード 8 の接続位置がずれても、この被覆体 1 4 によって表面フィンガー電極 5 b の一端部がカバーされているので、表面フィンガー電極 5 b とインナーリード 8 とが半田によって接続されることを防止できる。したがって、表面フィンガー電極 5 b と基板 1 の表面との間におけるストレスの集中を抑制でき、マイクロクラックなどの欠陥の発生を抑制することができる。

【0066】

なお、被覆体 1 4 は、太陽電池モジュールの形成工程において熱がかかることから、耐熱性の樹脂によって構成することが望ましく、その中でも、半田レジストを用いれば、表面フィンガー電極 5 b が半田レジストの被覆体 1 4 を介して充填材によって覆われた構成となる。その結果、ストレスが緩和されやすく、さらに、印刷やフォトリソグラフィなどによって極めて容易に所定形状の被覆体を形成することができ、半田に対する耐性も備えていることから望ましい。また、図 6 (b) に示す形状で被覆体 1 4' を形成する場合、図 2 の説明において詳述した半田レジスト 7 を兼ねて同時形成することができるので、工程数を減らすことができ、コストの点からも望ましい。

【0067】

また被覆体 1 4、1 4' を設ける領域は、表面フィンガー電極 5 b が表面バスバー電極 5 a に接続された一端部から 5 mm 以下の範囲とすることが望ましい。この範囲を超えると光照射領域を遮って変換効率を下げてしまう作用が顕著となるからである。なお、下限については、インナーリード 8 を半田によって接続する装置（タブ付け装置）の位置決め精度の範囲、すなわちインナーリード 8 がずれてはみ出す可能性のある範囲について、確実に被覆体によって被覆するように下限値を設定すればよい。

【0068】

以上、図 5、図 6 において説明した本発明の太陽電池モジュールにかかるフィンガー電極としては、表面側に限定して説明したが、また、裏面側においても、表面側の電極と同様に銀を主成分とするバスバー電極とフィンガー電極で構成された構造とし、表面側と全く同様にして、フィンガー電極とインナーリードとが半田によって接続されない構造としても構わない。

【0069】

なお、本発明の実施形態は上述の例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得る。

【0070】

例えば上述の説明では、表面バスバー電極 5 a に対して、表面フィンガー電極 5 b の一端部が略直交して接続された例によって説明したが、直交せずに斜め方向から接続していても構わないし、さらに表面フィンガー電極 5 b の両端部が表面バスバー電極 5 a に接続され、閉じた形状となっても構わない。

【0071】

また上述の説明では、p 型シリコン基板を用いた太陽電池について説明したが、n 型シリコン基板を用いた場合にも、説明中の極性を逆にすれば同様のプロセスによって本発明の効果を達成することができる。さらに上述の説明では、シングル接合の場合について説明したが、半導体多層膜からなる薄膜接合層をバルク基板使用接合素子に積層して形成した多接合型であっても、本発明を適用することができる。

【0072】

そして上述の説明では、キャスト法を用いた多結晶シリコン基板を例にとったが、基板はキャスト法によるものに限る必要はなく、また多結晶シリコンに限る必要

はない。また、半導体基板に限定されることもなく、半導体薄膜であってもよい。またシリコン材料に限定されることもなく、半導体一般に適用できる。すなわち、化合物系や有機物系の太陽電池にも適用できる。

【実施例 1】

【0073】

以下、本発明の実施例を説明する。

【0074】

図3(a)に示すように、外形が $15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ で、抵抗 $1.5\ \Omega \cdot \text{cm}$ の多結晶のp型のシリコン基板1表面のダメージ層をアルカリでエッチングして洗浄した。次に、このシリコン基板1を拡散炉中に配置して、オキシ塩化リン(POCl_3)の中で加熱することによって、シリコン基板1の表面にリン原子を $1 \times 10^{17}\ \text{atoms/cm}^3$ の濃度となるように拡散させて、n型拡散層1aを形成した。その上にプラズマCVD法によって反射防止膜2となる厚み $850\ \text{\AA}$ の窒化シリコン膜を形成した。

【0075】

このシリコン基板1の裏面側に裏面集電用電極4bを形成するために、アルミニウム粉末と有機ビヒクルとガラスフリットをアルミニウム100重量部に対してそれぞれ20重量部、3重量部を添加してペースト状にしたアルミニウムペーストをスクリーン印刷法によって塗布して乾燥させた。そして、裏面側に裏面バスバー電極4aを、表面側に表面電極5(表面バスバー電極5a、表面フィンガー電極5b)を形成するために、銀粉末と有機ビヒクルとガラスフリットを銀100重量部に対してそれぞれ20重量部、3重量部を添加してペースト状にした銀ペーストをスクリーン印刷法で塗布して乾燥させた。その後、 750°C で15分間焼き付けて、表面バスバー電極5aおよび裏面バスバー電極4aの幅をそれぞれ2mmで、表裏面に同時に電極を形成した。

【0076】

ここで、試料No. 1として、表面バスバー電極5aの端部に半田レジスト7を印刷して乾燥させたものに、ディップ法で電極に半田6を被覆し、本発明の太陽電池モジュールにかかる太陽電池素子を形成した。また、試料No. 2として、半田レジスト7を用いずに、同様にディップ法で電極の全面に半田6を被覆し、図7(a)に示した従来の形態の太陽電池素子を形成した。なお、半田は $\text{Sn}-3\text{Ag}-0.5\text{Cu}$ のPbフリー半田を用いた。

【0077】

また、試料No. 3として半田レジスト7を用いずに、バスバー電極(4a、5a)の長手方向の中央部のみにディスペンサーを用いて半田ペーストを塗布し、半田6で被覆部を作製した本発明の太陽電池モジュールにかかる太陽電池素子を作製した。

【0078】

さらに、試料No. 4、5として電極を半田6で被覆しない試料も作製した。

【0079】

次に、約 $30\ \mu\text{m}$ の厚みを有する半田層を設けた幅 1.8 mm 、厚さ $200\ \mu\text{m}$ の銅箔製のインナーリード8を、それぞれのバスバー電極(4a、5a)の全長にわたってホットエアーの熱溶着により貼り付けて、上述の太陽電池素子同士を接続配線した。このとき、試料No. 3と4は、インナーリード8の中央部のみ熱溶着で固定するようにした。また、試料No. 5は、インナーリード8の幅が 2.2 mm と接続する電極の幅よりも大きいものを用い、電極とは全面を熱溶着するようにした。

【0080】

その後、上述のようにして太陽電池素子同士を接続配線したものを図3(b)に示すように、透光性パネル9と裏面保護材11との間に充填材10として、EVA(エチレンビニルアセテート共重合体)を用いて封入して図2に示した断面構造を有する太陽電池モジュールを形成した。

【0081】

これらの太陽電池素子について、4点曲げによる破壊強度試験を行い、破壊強度(N)

を求めた。また、太陽電池モジュールにおいて 3000 N/m^2 の圧力をかける静荷重試験において封入した太陽電池素子のマイクロクラック発生率を調べた。マイクロクラック発生率は、倍率40倍の双眼顕微鏡を用いて調べ、静荷重試験に用いた全ての太陽電池モジュールYの太陽電池素子Xの全枚数に対するマイクロクラックが発生した太陽電池素子Xの枚数を割合で示したものである。

【0082】

これらの結果を表1に示す。

【表1】

試料 No.	条件				結果		備考
	電極 半田被覆	電極幅	インナー リード幅	電極端 レジスト	破壊強度 (N)	マイクロクラック 発生率	
1	あり 中央のみ被覆	2mm	1.8mm	あり	25	0%	本発明の 請求項2
2	あり 全体を被覆	2mm	1.8mm	なし	15	50%	本発明の 範囲外
3	あり 中央のみ被覆	2mm	1.8mm	なし	23	0%	本発明の 請求項1
4	なし インナーリード 中央溶着	2mm	1.8mm	なし	24	0%	本発明の 請求項1
5	なし インナーリード 全体溶着	2mm	2.2mm	なし	15	40%	本発明の 範囲外

【0083】

試料No. 1は、表面バスバー電極5aの長手方向の端部と充填材10であるEVAとの間に半田レジストを介在した本発明の試料となり、破壊強度は25N、マイクロクラック発生率は0%となり、発明の効果が確認された。

【0084】

一方、試料No. 2は、すべてのバスバー電極(4a、5a)の端部が半田6によって被覆された状態となり、充填材10であるEVAと直接あるいは半田レジスト7を介して接触していない本発明の範囲外の試料となった。破壊強度は15N、マイクロクラック発生率は50%となり、不満足な結果となった。

【0085】

試料No. 3は、バスバー電極(4a、5a)の中央部にのみ半田6を被覆し、インナーリード8の中央部を溶着するようにした結果、完成した太陽電池モジュールは、電極の端部と充填材10とが直接接触した本発明にかかる形態となっている。そして、この場合、太陽電池素子の破壊強度は23N、マイクロクラック発生率は0%であり、発明の効果が確認された。

【0086】

また、試料No. 4は、バスバー電極(4a、5a)に半田6を被覆しない試料であり、インナーリード8に被覆された半田を利用し、インナーリード8の中央部を溶着するようにした結果、完成した太陽電池モジュールは、電極の端部と充填材10とが直接接触した本発明にかかる形態となっている。そして、この場合、太陽電池素子の破壊強度は24N、マイクロクラック発生率は0%であり、発明の効果が確認された。

【0087】

試料No. 5は、バスバー電極(4a、5a)に半田6を被覆しない試料であるが、バ

スパー電極 (4 a、5 a) の幅よりも大きい幅 2.2 mm のインナーリード 8 を用いて全面をホットエアーで溶着したところ、バスバー電極 (4 a、5 a) の端部に半田 6 が被覆されてしまい、電極の端部と充填材 10 とが接触しない本発明の範囲外の構成となった。その結果、破壊強度は 15 N、マイクロクラック発生率は 40 % となり、不満足な結果であった。

【0088】

このように、本発明によって、バスバー電極 (4 a、5 a) の端部に半田 6 が被覆されず、充填材 10 と直接あるいは半田レジスト 7 を介して接触しているように構成したことによって、バスバー電極の端部と基板表面との境界線付近におけるストレスの集中を抑制でき、そのため破壊強度は高くなり、またバスバー電極下部の基板へのマイクロクラックの発生を抑制することができることを確認した。

【実施例 2】

【0089】

実施例 1 と全く同様にして、図 3 (a) に示す太陽電池素子を形成した。その後、表面バスバー電極 5 a に対して表面フィンガー電極 5 b が接続した一端部から 1 mm までのフィンガー電極側の領域に半田レジストを図 6 (b) に示すパターンで印刷塗布して熱硬化させ、被覆体 14' を形成した。その後、半田を銅箔に被覆したインナーリード 8 の熱溶着を行った。この際、わざとインナーリード 8 の位置をずらして、インナーリード 8 を表面バスバー電極 5 a からはみ出させて、これらを半田により意図的に接続しようとしたが、半田レジストの被覆体 14' を設けた試料については、どのようにしても相互に接続されることはなかった。また、被覆体を設けない試料については、表面フィンガー電極 5 b にフラックスを塗布した場合に相互に接続された。銅箔の半田は Sn-3Ag-0.5Cu の Pb フリー半田を用いている。

【0090】

このようにして作製した試料について、実施例 1 に記載したマイクロクラック発生率により評価を実施した。結果を表 2 に示す。

【表 2】

No.	インナーリード のずれ (mm)	レジスト 有無	インナーリードと フィンガー電極との 半田接続	クラック 発生率 (%)
6	0	なし	なし	0
7	0	あり	なし	0
8	0.3	なし	なし	0
9	0.3	なし	あり フラックス使用	30
10	0.3	あり	なし	0
11	0.5	なし	なし	0
12	0.5	なし	あり フラックス使用	50
13	0.5	あり	なし	0

【0091】

表2に示す通り、試料No. 6、7はインナーリード8が表面バスバー電極5aからずれていない場合であり、半田レジストの被覆体14'の有無に関わらず、インナーリード8と表面フィンガー電極5bとの間に半田による接続は発生せずクラックは発生しなかった。

【0092】

インナーリード8が表面フィンガー電極5b側に0.3mmずれた場合(試料No. 8~10)は、半田レジストの被覆体14'が設けられている場合(試料No. 8)は、インナーリード8と表面フィンガー電極5bとの間に半田による接続は発生せず、クラックは発生しなかった。半田レジストの被覆体14'がない場合は、表面フィンガー電極5bにフラックスを塗布してインナーリード8との間に半田による接続を意図的に発生させた場合(試料No. 9)はマイクロクラックの発生率が30%となったが、フラックスを塗布しない場合(試料No. 10)は、インナーリード8と表面フィンガー電極5bとの間に半田による接続は発生せずクラックは発生しなかった。

【0093】

インナーリード8が表面フィンガー電極5b側に0.3mmずれた場合(試料No. 11~13)は、半田レジストの被覆体14'が設けられている場合(試料No. 11)は、インナーリード8と表面フィンガー電極5bとの間に半田による接続は発生せず、クラックは発生しなかった。半田レジストの被覆体14'がない場合は、表面フィンガー電極5bにフラックスを塗布してインナーリード8との間に半田による接続を意図的に発生させた場合(試料No. 12)はマイクロクラックの発生率が50%となったが、フラックスを塗布しない場合(試料No. 13)は、インナーリード8と表面フィンガー電極5bとの間に半田による接続は発生せずクラックは発生しなかった。

【図面の簡単な説明】**【0094】**

【図1】本発明の太陽電池モジュールにかかる太陽電池素子の一実施形態における図3(c)のA-A線における断面図である。

【図2】本発明の太陽電池モジュールにかかる太陽電池素子の別の実施形態における図3(c)のA-A線における断面図である。

【図3】(a)は太陽電池素子Xの断面の構造を示す図であり、(b)は、(a)の太陽電池素子Xを組み合わせて構成した太陽電池モジュールYであり、(c)は、(b)の太陽電池モジュールYの内部構造の部分拡大図である。

【図4】太陽電池素子Xの電極形状の一例を示す図であり、(a)は受光面側(表面)、(b)は非受光面側(裏面)である。

【図5】(a)、(b)は、太陽電池素子の表面側にインナーリードを接続した場合の図4(b)のD-D方向から見た部分断面図であり、表面フィンガー電極を長手方向に縦断した表面側の断面構造を示す。

【図6】(a)、(b)は、図4(b)のC部の部分拡大図である。

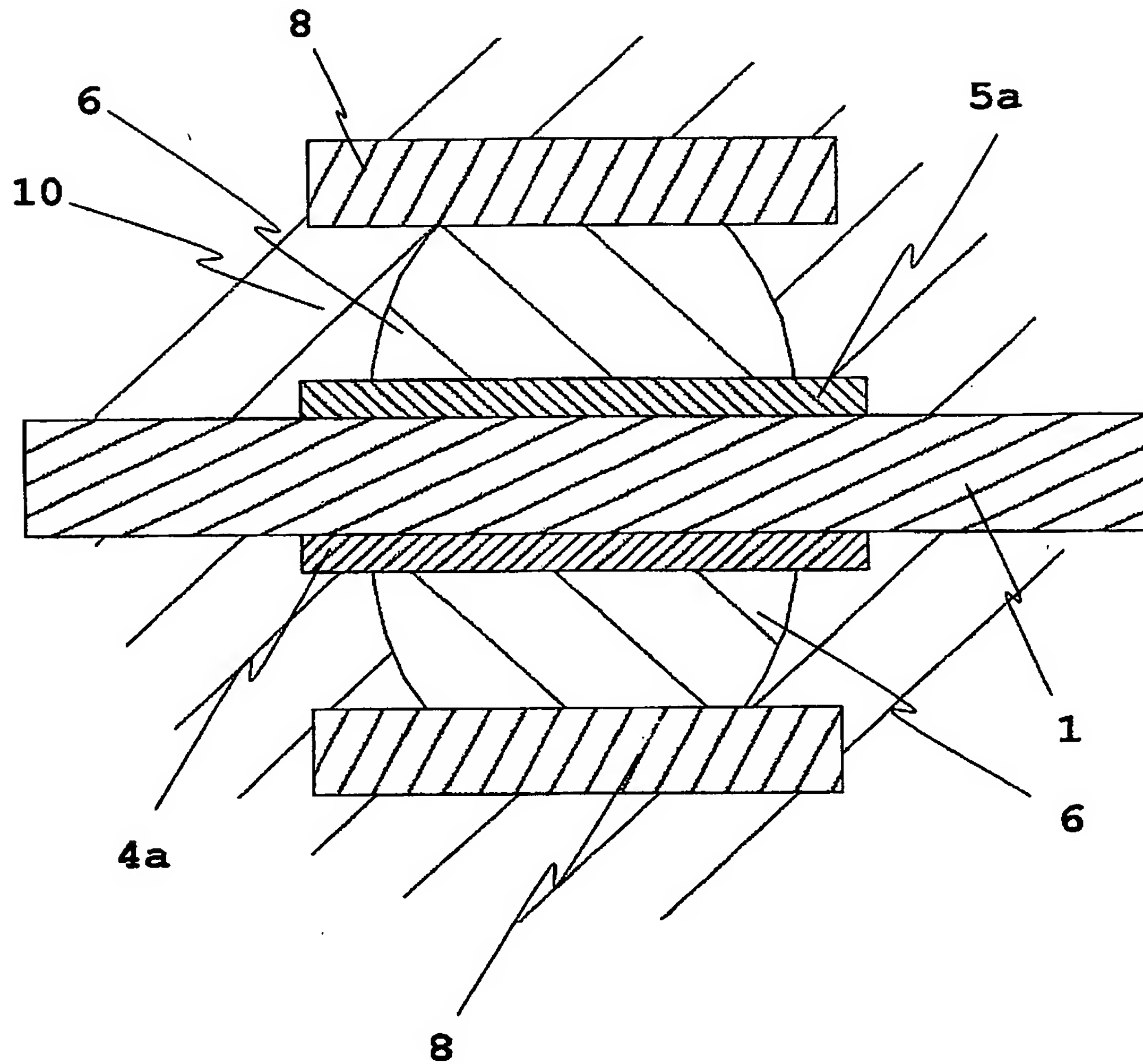
【図7】(a)は、一般的な太陽電池素子Xにおける図3(c)のA-A線における断面図であり、(b)は、(a)のB部における電極の断面にかかるストレスをシミュレーションした変形モード図と応力ベクトル図である。

【符号の説明】**【0095】**

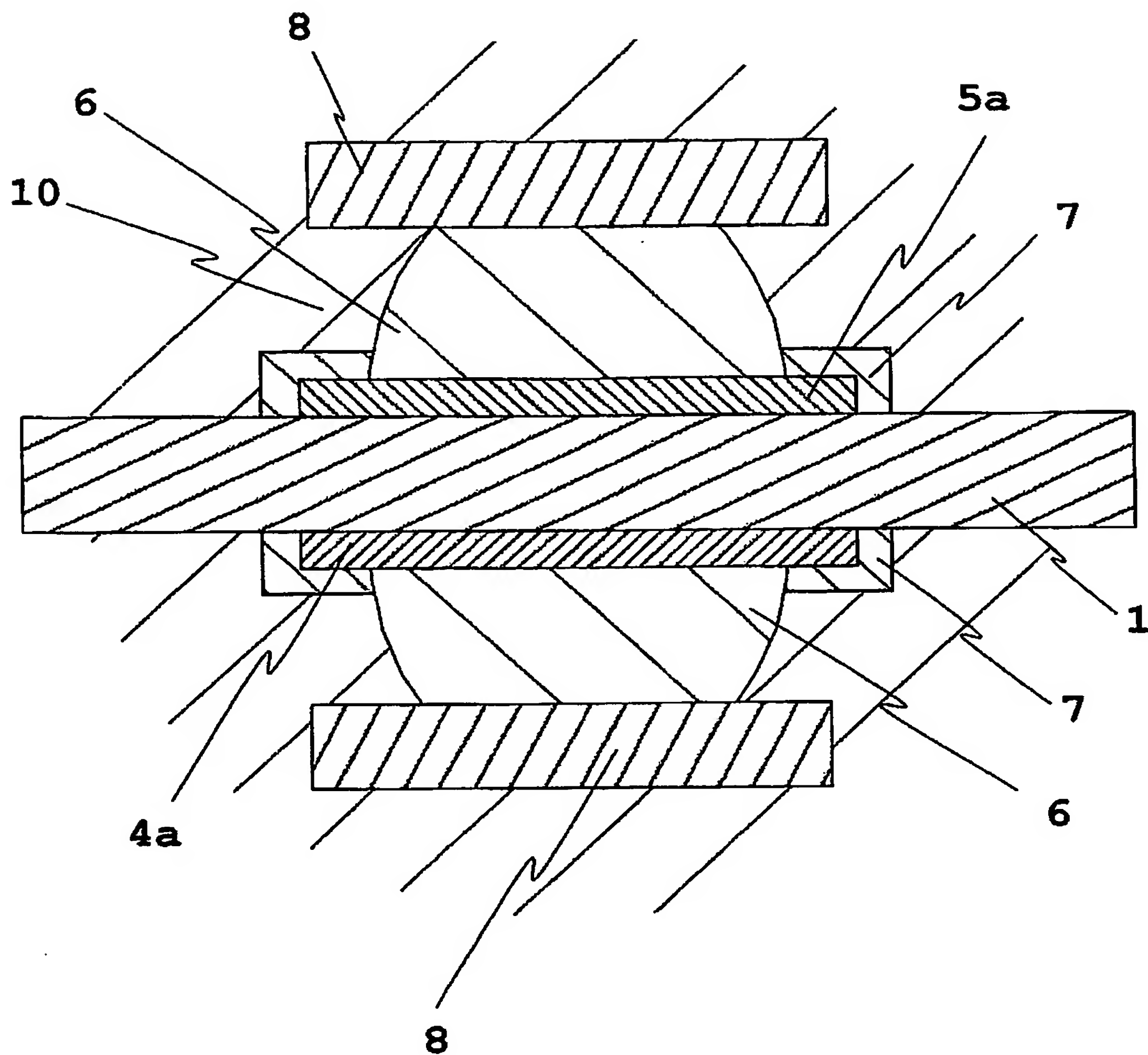
- 1: シリコン基板(基板)
- 1a: n型拡散層
- 1: 半導体基板
- 2: 反射防止膜
- 3: 半導体接合部
- 4: 裏面電極
 - 4a: 裏面バスバー電極
 - 4b: 裏面集電用電極

- 5 : 表面電極
- 5 a : 表面バスバー電極
- 5 b : 表面フィンガー電極
- 6 : 半田
- 7 : 半田レジスト
- 8 : インナーリード
- 9 : 透光性パネル
- 10 : 充填材
- 11 : 裏面保護材
- 12 : 出力配線
- 13 : 端子ボックス
- 14、14' : 被覆体
- X、X1、X2、X3 : 太陽電池素子
- Y : 太陽電池モジュール

【書類名】 図面
【図 1】

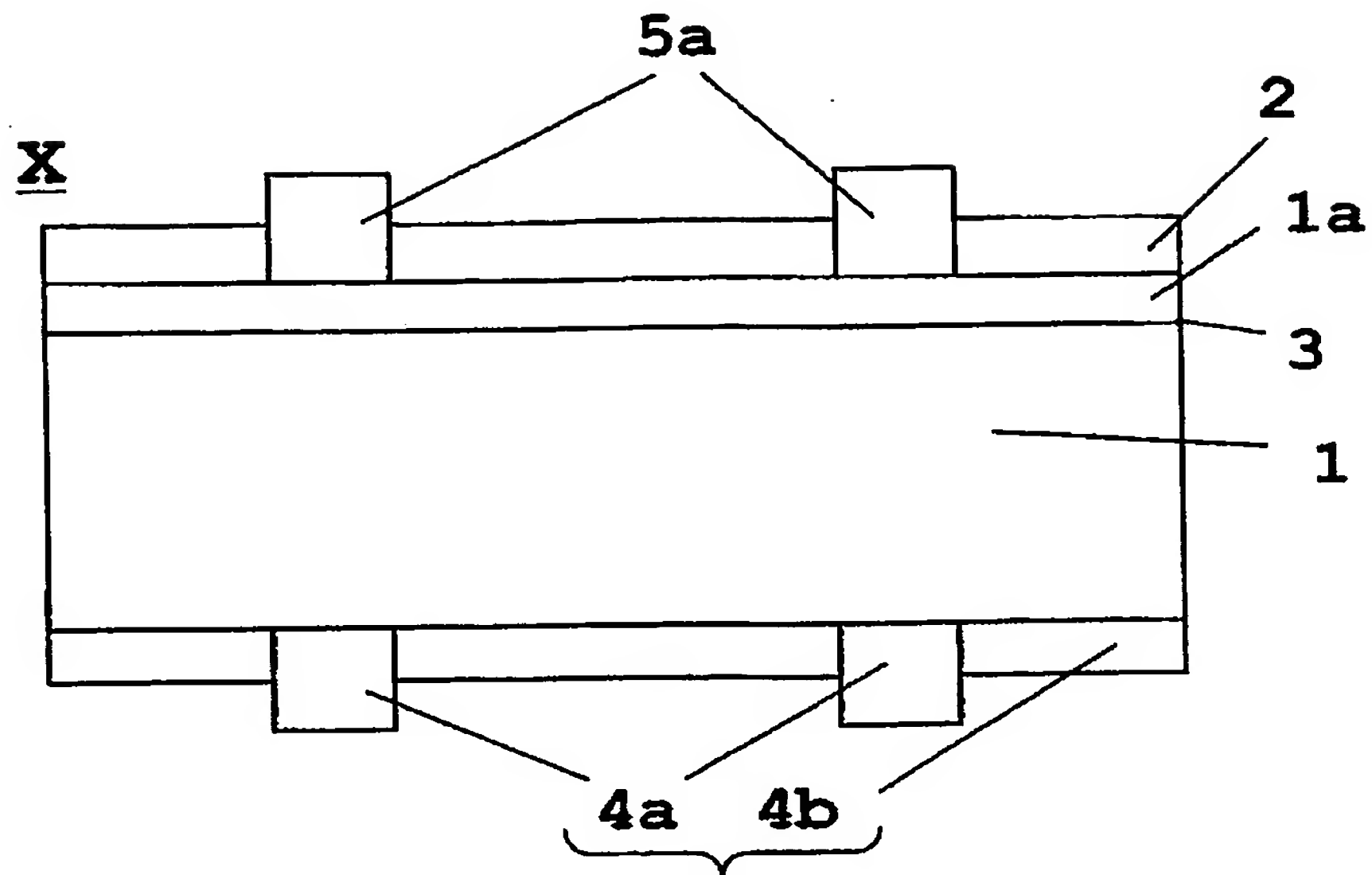


【図 2】

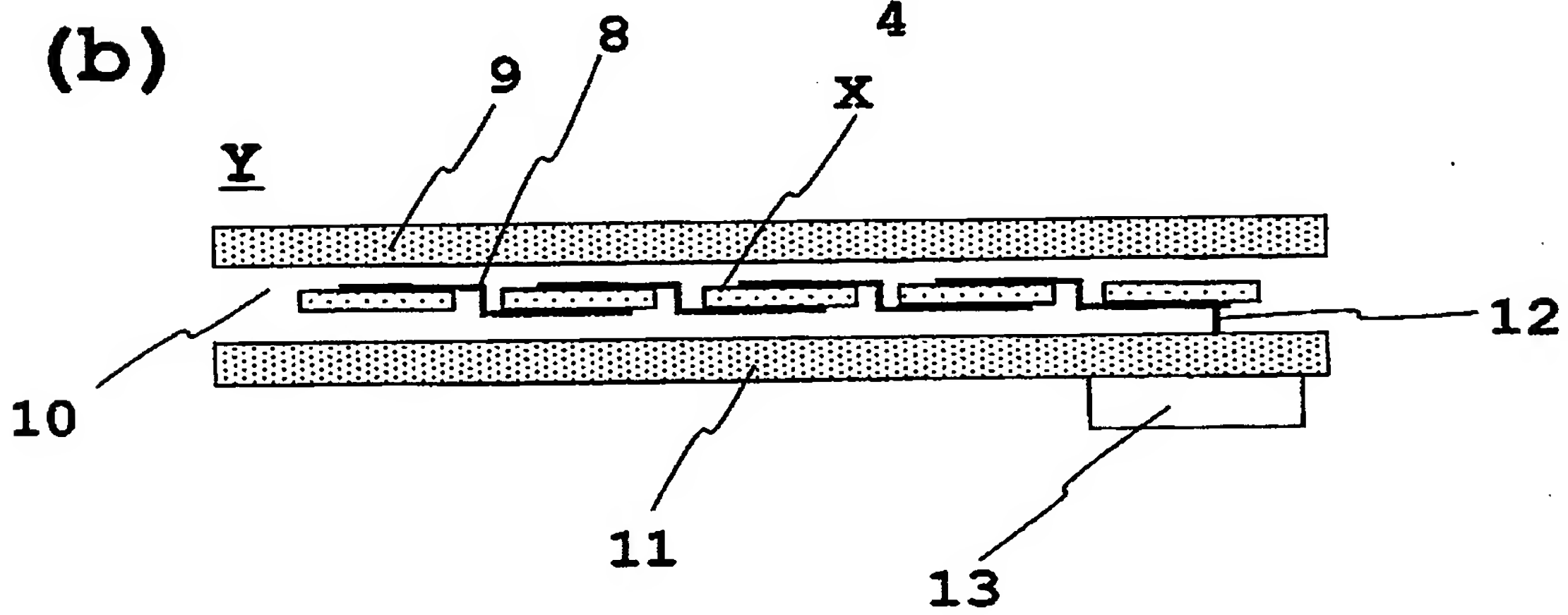


【図 3】

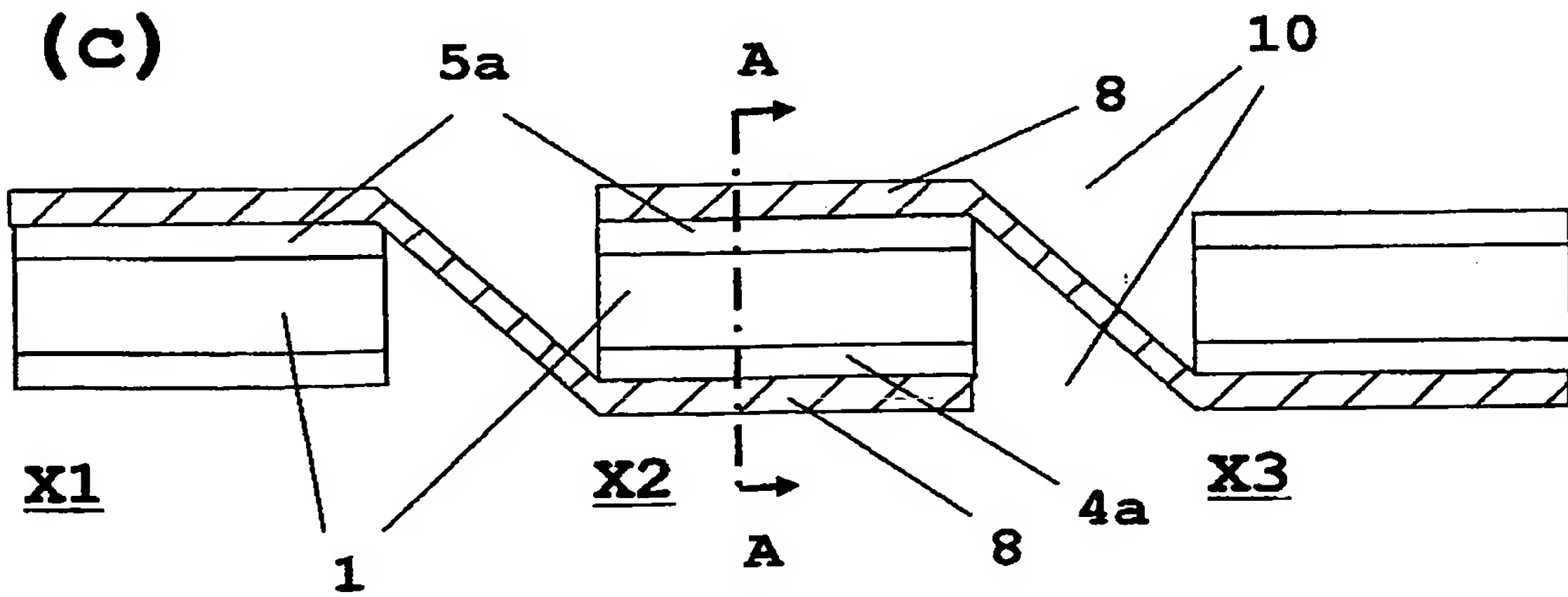
(a)



(b)

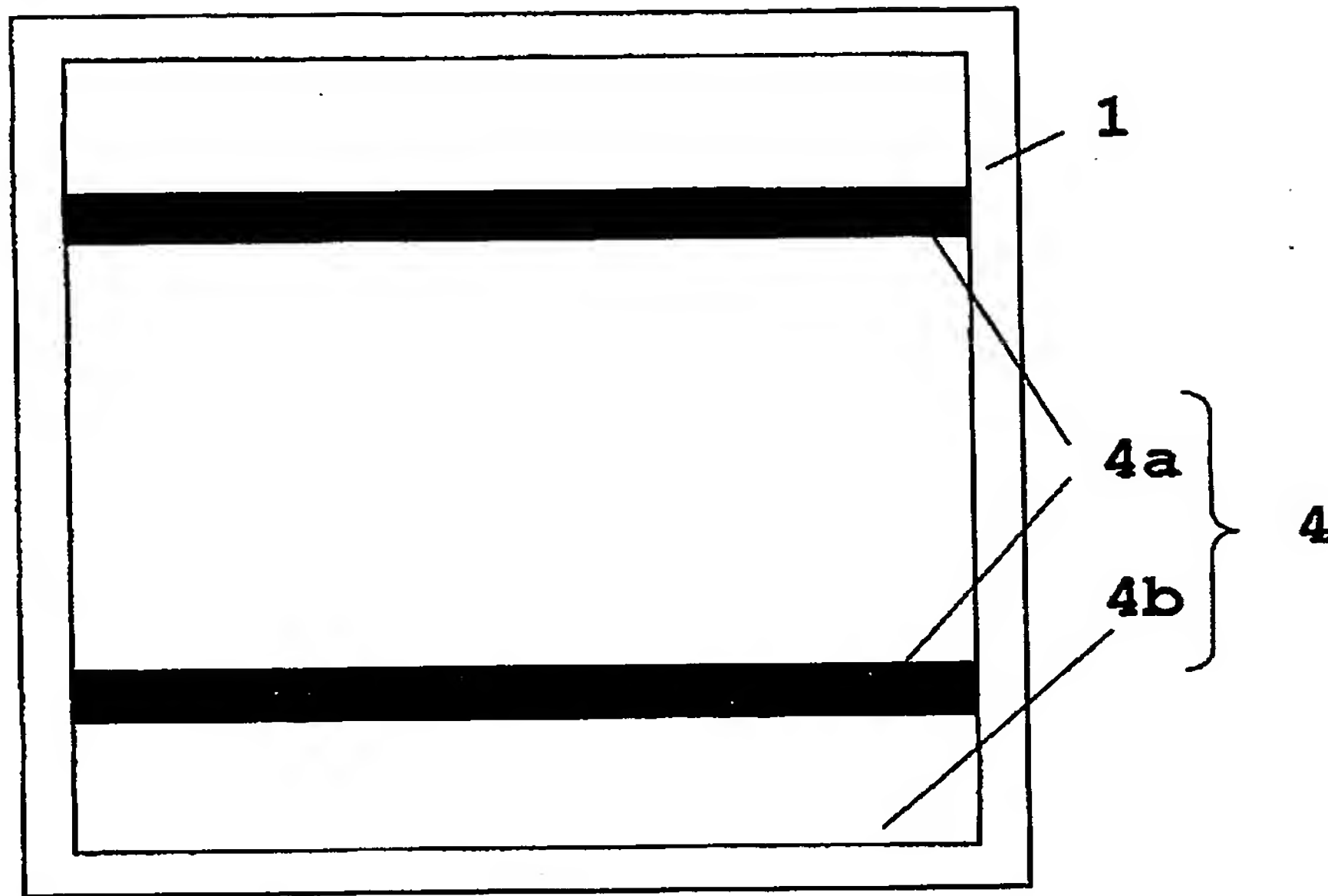


(c)

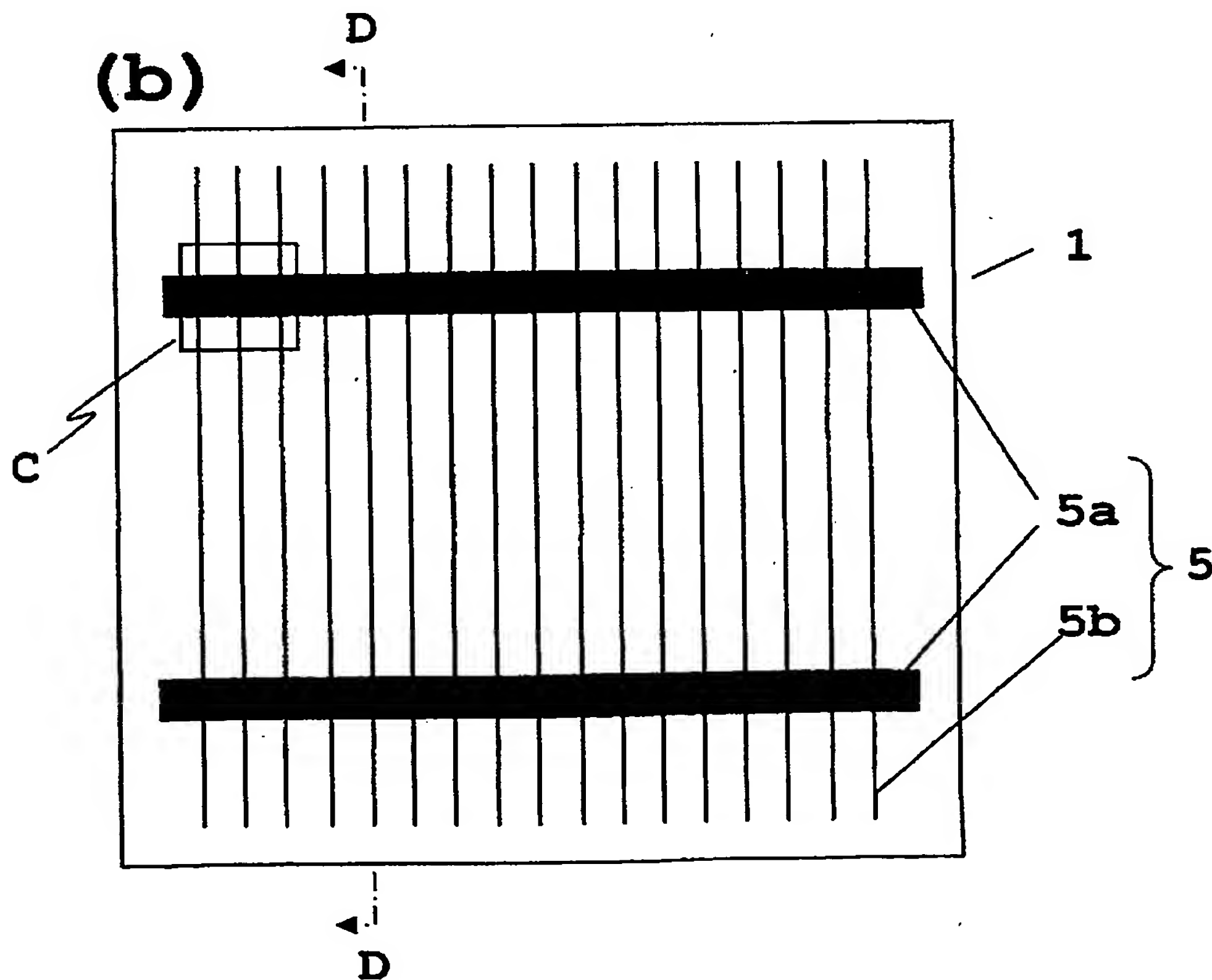


【図 4】

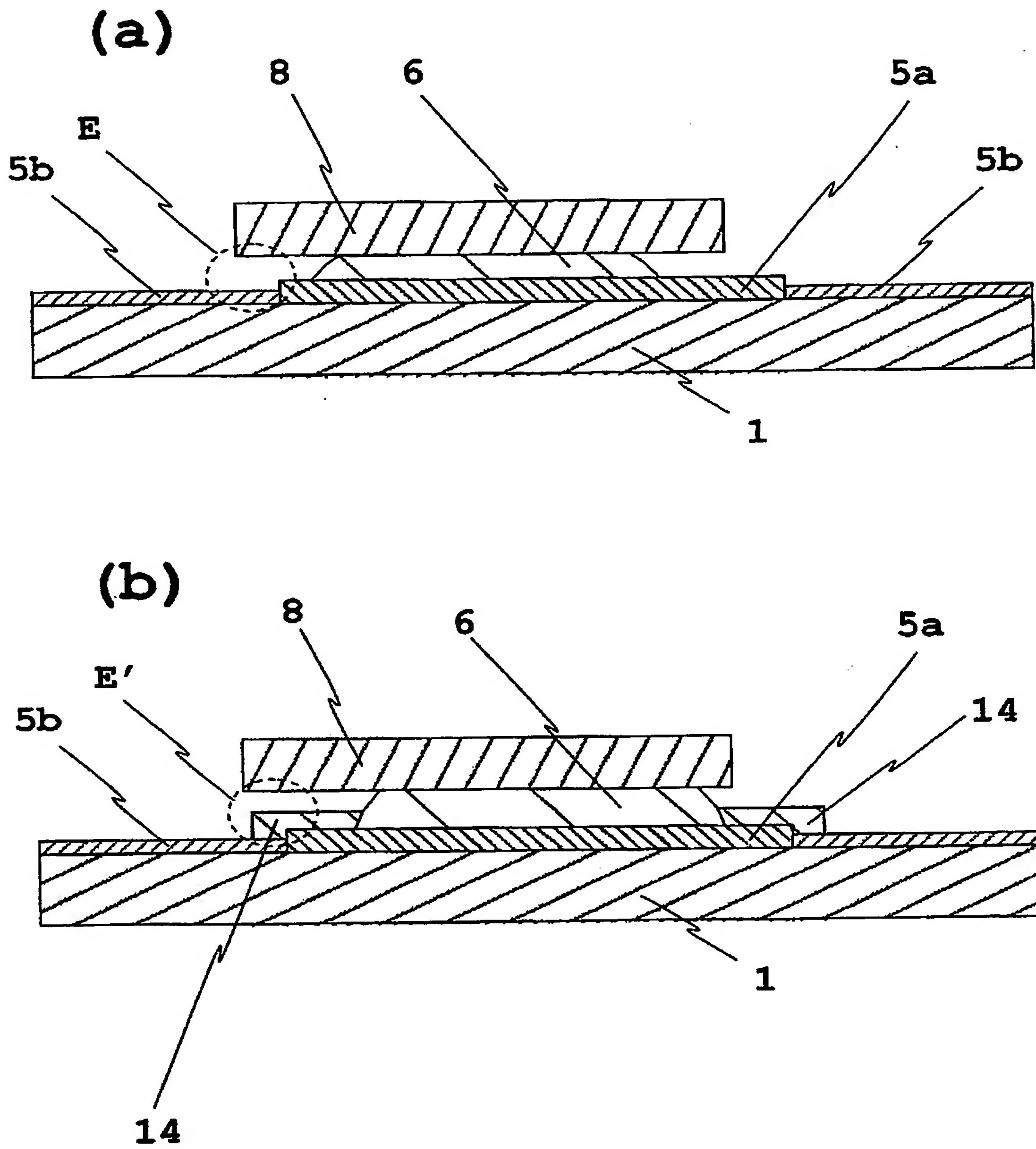
(a)



(b)

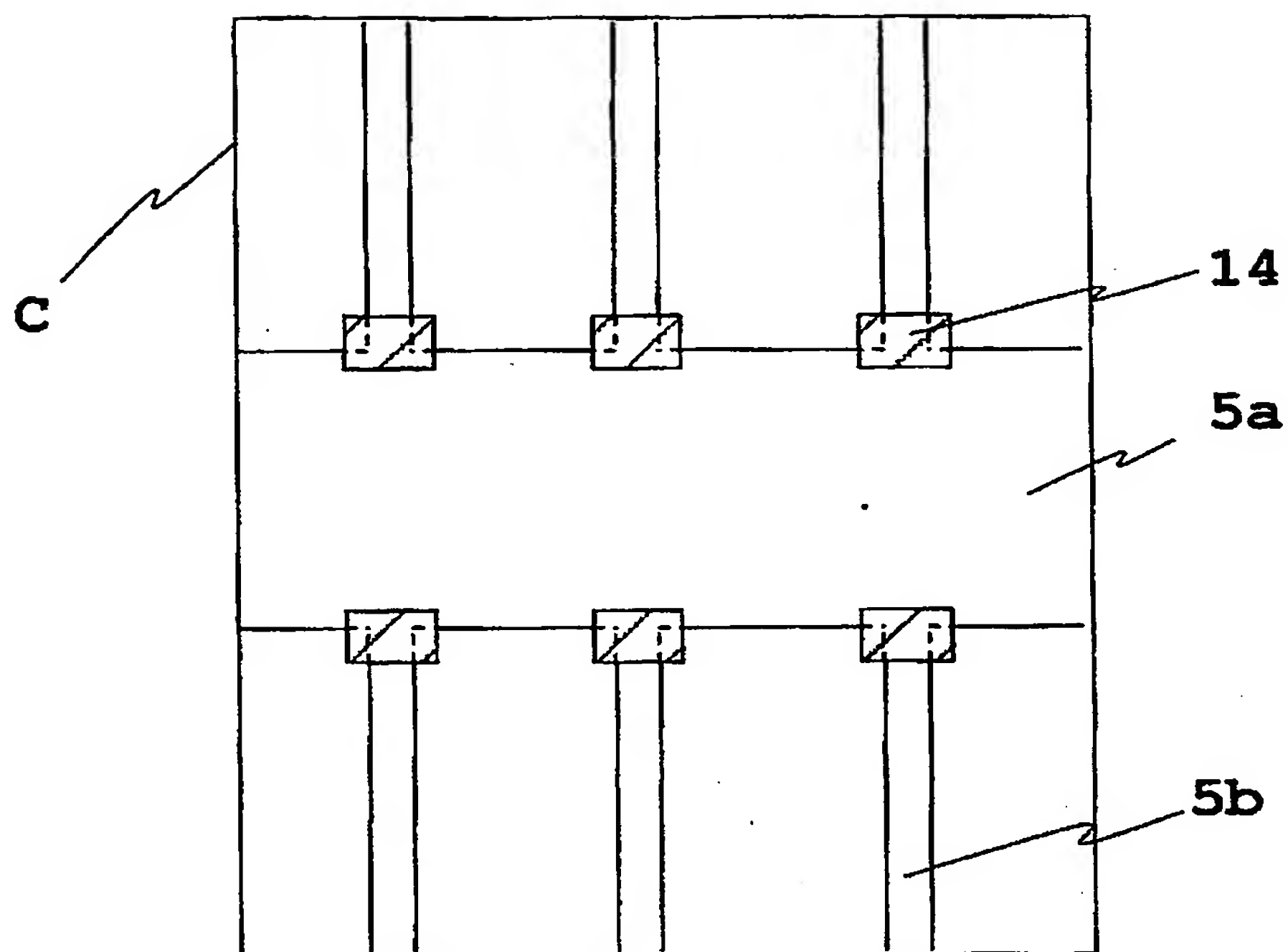


【図 5】

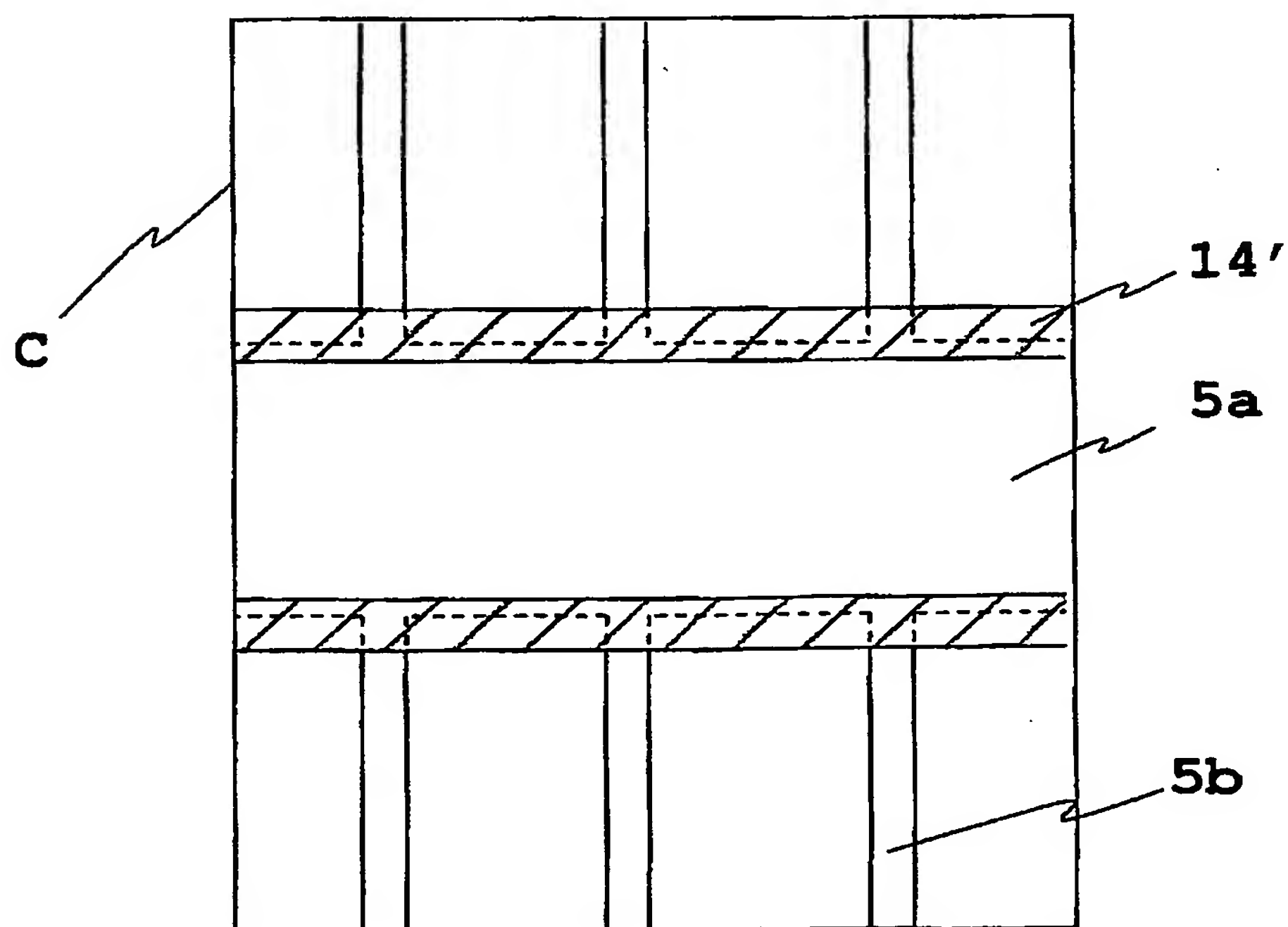


【図 6】

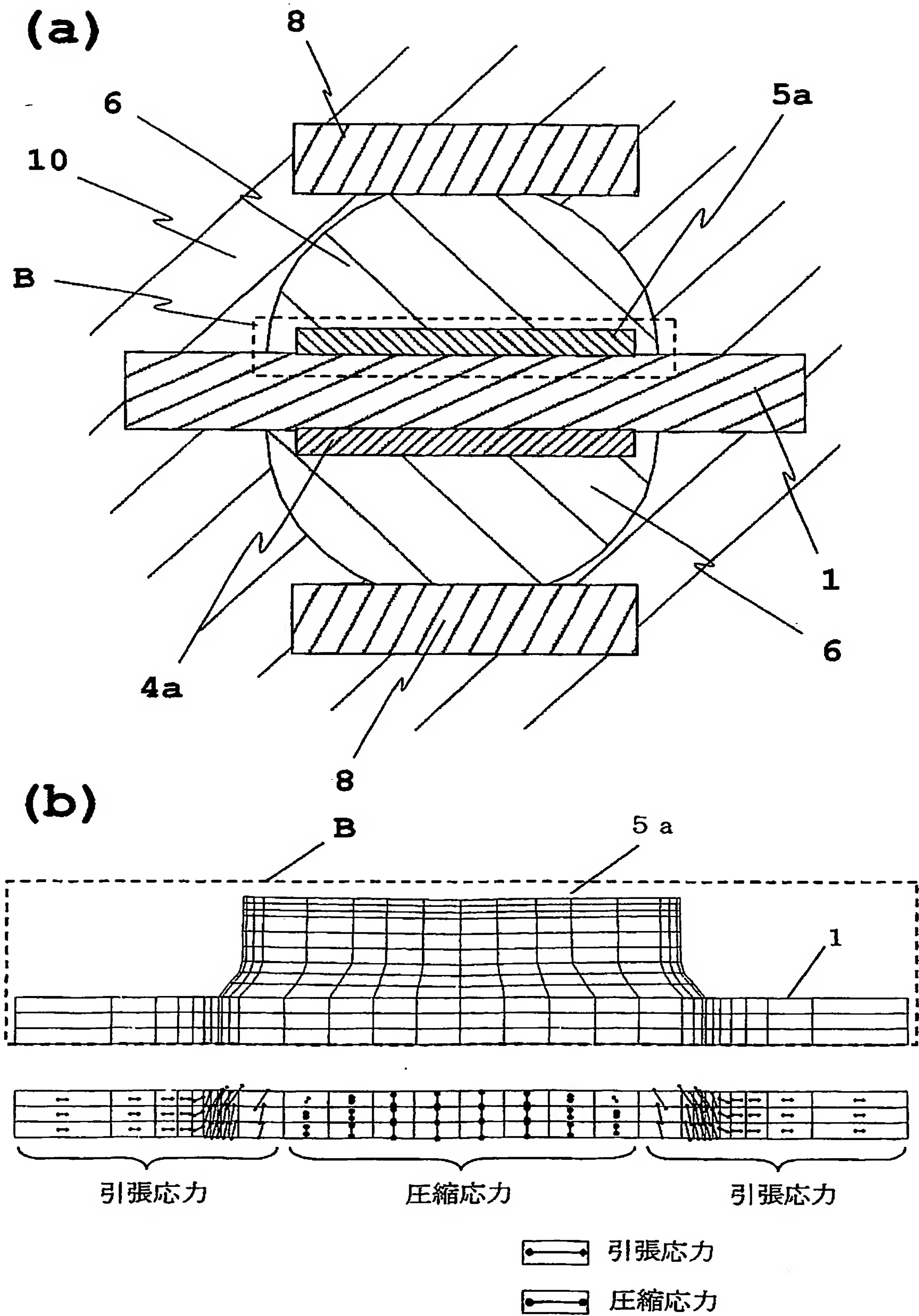
(a)



(b)



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 太陽電池素子のバスバー電極端部と半導体基板の表面との境界線付近に最も大きな応力が生じ、ストレスが集中しやすい状態となっているため、マイクロクラックなどの損傷や、そこを起点に大きなひびや割れに発展するという問題があった。

【解決手段】 複数枚の太陽電池素子の受光面側および／または非受光面側に、出力を外部へ取り出すためのバスバー電極（4a、5a）を設け、これらの太陽電池素子のバスバー電極（4a、5a）同士をインナーリード8で接続し、充填材10内に封入した太陽電池モジュールにおいて、インナーリード8とバスバー電極（4a、5a）とは半田6によって接続されるとともに、バスバー電極（4a、5a）は、その長手方向の端部が充填材10と直接接触するように構成されている。

【選択図】 図1

特願 2004-096815

出願人履歴情報

識別番号

[000006633]

1. 変更年月日

1998年 8月21日

[変更理由]

住所変更

住所

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

氏名

京セラ株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/017985

International filing date: 26 November 2004 (26.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-096815
Filing date: 29 March 2004 (29.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 10 February 2005 (10.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.